

(5)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

(11)

Offenlegungsschrift 23 61 310

(21)

Aktenzeichen: P 23 61 310.7

(22)

Anmeldetag: 8. 12. 73

(43)

Offenlegungstag: 19. 6. 75

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

(54)

Bezeichnung:

Hubstrahltriebwerk in Flachbauweise

(71)

Anmelder:

Motoren- und Turbinen-Union München GmbH, 8000 München

(72)

Erfinder:

Leibach, Heinrich, 8082 Grafrath

geändert 4. Pat.-Bl. 4/76 S. 583

sr/fr

MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH.

2361310

München, den 3. Dezember 1973

Hubstrahltriebwerk in Flachbauweise

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hubstrahltriebwerk in Flachbauweise für senkrecht startende oder landende Flugzeuge.

Bei sogenannten "autarken", d.h. von Marschtriebwerken eines Flugzeuges unabhängigen, selbständig betriebsfähigen Hubstrahltriebwerken, besteht die wesentliche Forderung in der Erzielung eines möglichst günstigen Schub-/Gewichtsverhältnisses bei gleichzeitig flacher, kompakter Bauweise zwecks räumlich günstiger Unterbringung in den Tragflächen des Flugzeugs.

So ist durch die deutsche Auslegeschrift 1 173 292 ein Hubstrahltriebwerk bekannt, bei dem das Hubgebläse mittels einer am äußeren Umfang angeordneten Blattspitzenturbine angetrieben wird, die über oberhalb des Gebläses angeordnete Heißgaskanäle, die mit mehreren Einzelbrennkammern in Verbindung stehen, mit Heißgas beaufschlagt wird.

T-422

BEST AVAILABLE COPY

- 2 -

Die für den Arbeitsprozeß notwendige Verbrennungsluft liefert dabei ein zentral angeordneter Radialverdichter, der unter Zwischenschaltung eines Untersetzungsgetriebes vom Hubgebläselaufrad aus angetrieben wird.

Die bei der bekannten Lösung vorgesehene Heißgasauslegung der Blattspitzenturbine des Hubgebläses erfordert temperaturbeständige, relativ schwere und teure Schaufelwerkstoffe.

Weiterhin sind verschiedene Werkstoffpaarungen zwischen den im Betrieb kalten Gebläselaufschaufeln und den an deren äußeren Enden befindlichen im Betrieb heißen Turbinenlaufschaufeln der Blattspitzenturbine notwendig, die wiederum zu Werkstoffspannungen der den unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzten Schaufelpartien führen können.

Die bei der bekannten Lösung vorgesehene Blattspitzenturbinenauslegung kommt somit der bei neuzeitlichen Hubstrahltriebwerken angestrebten Leichtbauweise nicht entgegen, welche die Anwendungsmöglichkeit z.B. von faserverstärkten Kunststoffen für die gesamte Gebläsebeschaufelung mit einschließen sollte.

Die im vorliegenden bekannten Fall sich ergebende Anordnung mit relativ leicht ausführbaren Gebläselaufschaufeln und mit den an

T-422
3.12.1973

- 3 -

BEST AVAILABLE COPY

509825/0075

deren äußere Enden angesetzten relativ schweren Turbinenlaufschaufeln der Blattspitzenturbine dürfte weiterhin ein relativ hohes Massenträgheitsmoment beim Anfahren des Triebwerks sowie im Betrieb relativ hohe Fliehkraftbeanspruchungen erwarten lassen.

Die fernerhin bei der bekannten Lösung oberhalb des Hubgebläses entlang geführten Heißgaskanäle werden zu Temperaturverlusten führen und wirken sich weiter nicht gerade günstig auf die angestrebte Flachbauweise aus.

Ein weiterer Nachteil des Hubtriebwerks nach der deutschen Auslegeschrift 1 173 292 wird in dem zu erwartenden relativ hohen Strahl lärm gesehen, welcher beim unmittelbaren Zusammentreffen des die Blattspitzenturbine verlassenden hochenergetischen heißen Abgasstrahls mit der Umgebungsluft entstehen wird.

Des weiteren erfordert das bei dem erwähnten bekannten Hubtriebwerk notwendige Untersetzungsgetriebe zwischen dem Gebläseteil und dem Radialverdichter einen zusätzlichen, relativ hohen konstruktiven Aufwand.

Durch die deutsche Auslegeschrift 1 231 959 ist weiter ein Hubstrahltriebwerk bekannt, bei dem die innere Triebwerksbaugruppe ein einwelliges Rotorsystem mit einem Radialverdichter und einer Axialturbine aufweist sowie weiter mit einer äußeren, koaxial

zur inneren Triebwerksbaugruppe angeordneten Hubgebläsebaugruppe, die ein gleichzeitig mit dem Hubgebläselaufrad umlaufendes Ringbrennkambersystem aufweist, welches über erwähntem Radialverdichter mit der notwendigen Verbrennungs- und Mischluft versorgt wird, und welches die Heißgasbeaufschlagung der zur inneren Baugruppe gehörigen Turbine besorgt.

Ein wesentlicher Nachteil auch dieser bekannten Lösung wird in dem Vorhandensein eines zusätzlichen Untersetzungsgetriebes gesehen, welches gleichzeitig als Drehrichtungsumkehrgetriebe ausgebildet, zwischen das nach oben verlängerte Rotorsystem der inneren Baugruppe und das Hubgebläselaufrad geschaltet ist.

Bei dieser bekannten Lösung wirkt sich weiter das Untersetzungsgetriebe - neben der dadurch bedingten Erhöhung des Störanfälligkeitgrades - einschließlich der mehrstufigen Axialturbine der inneren Triebwerksbaugruppe, nicht günstig hinsichtlich einer kompakt bauenden, flachen Hubtriebwerksanlage aus.

Durch die deutsche Auslegeschrift 2 047 781 ist weiter eine Hubtriebwerksanlage bekannt, bei der z.B. vier Gasturbinentreibwerke achsparallel am Umfang eines mit äußerer Blattspitzenturbine versehenen Gebläses angeordnet ist, wobei das Antriebsgas für die Blattspitzenturbine des Hubgebläses vom jeweiligen Niederdruckverdichter der Gasturbinentreibwerke bereitgestellt wird.

T-422
3.12.1973

BEST AVAILABLE COPY - 5 -

509825/0075

Diese bekannte Lösung bietet zwar den Vorteil, daß die Gebläse-
laufschaufeln einschließlich der daran angesetzten Turbinen-
laufschaufeln im Interesse der Leichtbauweise aus dem gleichen
Werkstoff, z.B. faserverstärktem Kunststoff gefertigt werden
können.

Andererseits ist aber eine derartige Triebwerkskonfiguration in-
folge der am äußeren Umfang des Hubgebläses angeordneten Gas-
turbinentriebwerke nur dann einsetzbar, wenn z.B. in der Trag-
fläche eines Flugzeugs ein entsprechend großes Einbauvolumen
für diese Hubtriebwerksanlage bereitgestellt werden kann.

Infolge des großen Einbauvolumens ist weiter die festigkeits-
mäßige Schwächung der Tragfläche zu berücksichtigen sowie auch
die Vielzahl zum Verschließen der Triebwerkseinläufe bzw. der
Gasaustrittsöffnungen benötigten Klappen, die zur Aufrechterhal-
tung aerodynamisch günstiger Verhältnisse während des Marsch-
flugs, also bei abgeschalteter Hubtriebwerksanlage, erforderlich
wären.

Aus den genannten Gründen wird u.a. also nach wie vor Hubtrieb-
werken mit in das Gebläse integriertem Gaserzeugersystem der Vor-
zug gegeben werden.

T-422
3.12.1973

BEST AVAILABLE COPY

- 6 -

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die zu Bekanntem vorgebrachten Nachteile zu beseitigen und ein Hubstrahltriebwerk mit in die Gebläsebaugruppe integriertem Gaserzeugersystem zu schaffen, welches bei einfacherer Bauweise den Anforderungen hinsichtlich Kompaktheit, insbesondere flacher Bauweise, unter Gewährleistung günstigen Schub-/Gewichtsverhältnisses noch besser gerecht werden soll.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Erfindung hauptsächlich durch die Kombination folgender Merkmale gekennzeichnet:

- a) die innere Baugruppe des Hubtriebwerks besteht aus einem kombinierten Verdichter-/Turbinenrotor mit im wesentlichen Rücken an Rücken angeordneten Radialverdichterschaufeln einerseits und Radialturbinenschaufeln andererseits,
- b) am Rotor der inneren Baugruppe ist eine koaxiale Gebläsebaugruppe gegenläufig rotierbar gelagert, welche der Reihe nach - von innen nach außen - zugleich eine Ringbrennkammer zur Heißgasbeaufschlagung der Turbine der inneren Baugruppe, einen Turbinenlaufschaufelkranz und einen Gebläselaufschaufelkranz umfaßt, welche letztere voneinander gesonderten Ringkanälen zugeordnet sind,

T-422
3.12.1973

REST AVAILABLE COPY

- 7 -

- c) ein Teil der vom Radialverdichter der inneren Baugruppe geförderten Druckluft wird der Ringbrennkammer zugeführt, während der Restanteil der vom Radialverdichter geförderten Druckluft zum Antrieb der Gebläsebaugruppe verwendet wird,
- d) die Gebläsebaugruppe stützt sich über koaxial angeordnete Lager an den ortsfesten Ringkanälen der Gebläseturbine und des Hubgebläses ab.

Anhand der Zeichnungen ist die Erfindung beispielsweise weiter erläutert; es zeigen

Fig. 1 den Mittellängsschnitt eines Hubstrahltriebwerks in einer ersten Ausführungsform und

Fig. 2 den Mittellängsschnitt eines gegenüber Fig. 1 abgewandelten Hubstrahltriebwerks.

Bei dem Hubstrahltriebwerk nach Fig. 1 besteht die innere Triebwerksbaugruppe 1 im wesentlichen aus Rücken an Rücken angeordnetem Radialverdichter 2 und Radialturbine 3.

Koaxial zur inneren Triebwerksbaugruppe 1 ist die Hubgebläsebaugruppe 4 angeordnet.

Die Hubgebläsebaugruppe 4 umfaßt einen im Betrieb rotierenden Hubgebläseträger 5, der oben und unten an der im Betrieb ebenfalls rotierenden Welle 6 der inneren Triebwerksbaugruppe 1 gelagert ist.

Die Hubgebläsebaugruppe 4 enthält weiter eine koaxial zur Triebwerksachse 7 angeordnete Ringbrennkammer 8, ein später noch näher erläutertes, zur Verdichterluftführung dienendes Kanalsystem 9, ferner die zur Hubgebläseturbine 10 gehörigen Turbinenlaufschaufeln 11 mit den außen daran angesetzten Gebläselaufschaufeln 12.

Die Hubgebläsebaugruppe 4 ist einschließlich der zentral darin angeordneten inneren Triebwerksbaugruppe 1 über Lager 13, 14 innerhalb eines äußerem ortsfest angeordneten Ringkanalsystems 15 gelagert.

Zum Ringkanalsystem 15 gehört ein äußerer Hubgebläseringkanal 16 und ein weiter innen angeordneter Turbinenringkanal 17.

Oberhalb der Gebläselaufschaufeln 12 befinden sich gleichzeitig als Eintrittsleitschaufeln wirkende Stützschaufeln 18. Weitere Stützschaufeln 19 unterhalb der Gebläselaufschaufeln 12 können für eine im wesentlichen drallfreie Abströmung des Gebläseschubstrahls aus dem Ringkanal 16 vorgesehen sein.

T-422
3.12.1973

REST AVAILABLE COPY

- 9 -

Während des Triebwerkbetriebes saugt der z.B. im Uhrzeigersinn rotierende Radialverdichter 2 Umgebungsluft über einen koaxial zur Triebwerksachse 7 angeordneten Ringkanal 20 an, welche als nunmehr verdichtete Luft (Pfeil F) in das Kanalsystem 9 gelangt und mittels darin installierter Laufschaufeln 21 des entgegen dem Uhrzeigersinn umlaufenden Hubgebläseträgers 5 weiter beschleunigt und verdichtet wird.

Innerhalb des Kanalsystems 9 wird die Verdichterluft in zwei Teilströme aufgespalten. Der erste Teilstrom (Pfeil G) strömt in einen zwischen dem Hubgebläseträger 5 und der Brennkammer 8 gebildeten Ringraum 22 ein und versorgt die Ringbrennkammer 8 über nicht weiter dargestellte Zuströmschlitzte mit notwendiger Verbrennungs- und Mischluft (Pfeil H).

Infolge Zündens und Verbrennens des innerhalb der Ringbrennkammer 8 befindlichen Brennstoff-/Luftgemisches gebildetes Heißgas beaufschlagt die Turbine 3 zum Antrieb der inneren Triebwerksbaugruppe 1.

Der zweite Teilstrom der Verdichterluft (Pfeil K) gelangt in einen stationären Turbinenzuströmkanal 23 und beaufschlagt nach dessen Ablenkung am ca. 90° die Hubgebläseturbine 10 bzw. deren Leit- und Laufschaufeln 24 und 11.

T-422
3.12.1973

REST AVAILABLE COPY

- 10 -

509825 / 0075

Die über die Ringkanäle 16 bzw. 17 entweichenden Ringschubstrahlen (Pfeile R bzw. S) schirmen den Turbinenabgasstrahl (Pfeil T) nach außen hin ab, wodurch der resultierende Strahl lärm nicht unerheblich reduziert wird.

Da bei der vorliegenden Triebwerkskonzeption weiter die resultierende Hubkomponente fast ausschließlich vom kalten ringförmigen Gebläseschubstrahl (Pfeil R) bereitgestellt wird, führt dies bei relativ hohem Gebläsemassendurchsatz und bei relativ niedriger Strahlgeschwindigkeit zu relativ geringen Bodenerosionen beim Senkrechtstart des Flugzeugs.

Fernerhin ermöglicht die werkstoffseitig "kalte" Auslegung des Gebläses einschließlich der Gebläseantriebsturbine 10 zu einem relativ niedrigem Gewicht der gesamten Hubtriebwerksanlage.

Wie aus Fig. 1 weiter ersichtlich ist, wird der Brennstoff über eine zentrale Brennstoffleitung 25 innerhalb der Welle 6 zugeführt, von der seitliche Brennstoffzuführrohre 26 abzweigen, welche durch die Radialschaufeln der Turbine 3 hindurchgeführt sind.

Der Brennstoff kann so unter Rotationszerstäubung in die Ringbrennkammer 8 eingebracht werden.

T-422
3.12.1973

- 11 -

REST AVAILABLE COPY

Fig. 2 ist eine Abwandlung gegenüber Fig. 1 dahingehend, daß der vom Verdichter 9 geförderte eine Teilstrom (Pfeil K) zum Antrieb der Hubgebläsebaugruppe 5 durch die hohlen Eintrittsleitschaufeln 18 des Hubgebläses hindurchgeleitet wird und dann einer am äußeren Umfang des Hubgebläses angeordneten Blattspitzenturbine 27 zugeführt wird, deren Leit- und Laufschaufeln mit 28 und 29 bezeichnet sind.

Für alle im wesentlichen unveränderten Bauteile gelten die Bezugszeichen nach Fig. 1.

T-422
3.12.1973

REST AVAILABLE COPY

509825/0075

München, den 3. Dezember 1973

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Hubstrahltriebwerk in Flachbauweise für senkrecht startende oder landende Flugzeuge, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:
- a) die innere Baugruppe des Hubtriebwerks besteht aus einem kombinierten Verdichter-/Turbinenrotor mit im wesentlichen Rücken an Rücken angeordneten Radialverdichterschaufeln einerseits und Radialturbinenschaufeln andererseits,
- b) am Rotor der inneren Baugruppe ist eine koaxiale Gebläsebaugruppe gegenläufig rotierbar gelagert, welche der Reihe nach - von innen nach außen - zugleich eine Ringbrennkammer zur Heißgasbeaufschlagung der Turbine der inneren Baugruppe, einen Turbinenlaufschaufelkranz und einen Gebläselaufschaufelkranz umfaßt, welche letztere voneinander gesonderten Ringkanälen zugeordnet sind,

• 43.

- c) ein Teil der vom Radialverdichter der inneren Baugruppe geförderten Druckluft wird der Ringbrennkammer zugeführt, während der Restanteil der vom Radialverdichter geförderten Druckluft zum Antrieb der Gebläsebaugruppe verwendet wird,
 - d) die Gebläsebaugruppe stützt sich über koaxial angeordnete Lager an den ortsfesten Ringkanälen der Gebläseturbine und des Hubgebläses ab.
2. Hubstrahltriebwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff in an sich bekannter Weise unter Rotationszerstäubung der Ringbrennkammer zugeführt wird, indem der inneren Baugruppe eine zentrale Brennstoffleitung zugeordnet ist, mit seitlich von dieser abzweigenden, durch Turbinenschaufeln der inneren Baugruppe hindurchgeföhrten, in die Ringbrennkammer mündenden Brennstoffzuführungen.
3. Ringbrennkammer nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Gebläsebaugruppe von einer äußereren Blattspitzenturbine angetrieben wird, der vom Radialverdichter der inneren Baugruppe geförderte Druckluft über den Ringkanal des Hubgebläses durchsetzende Stützschaufeln zugeführt wird.

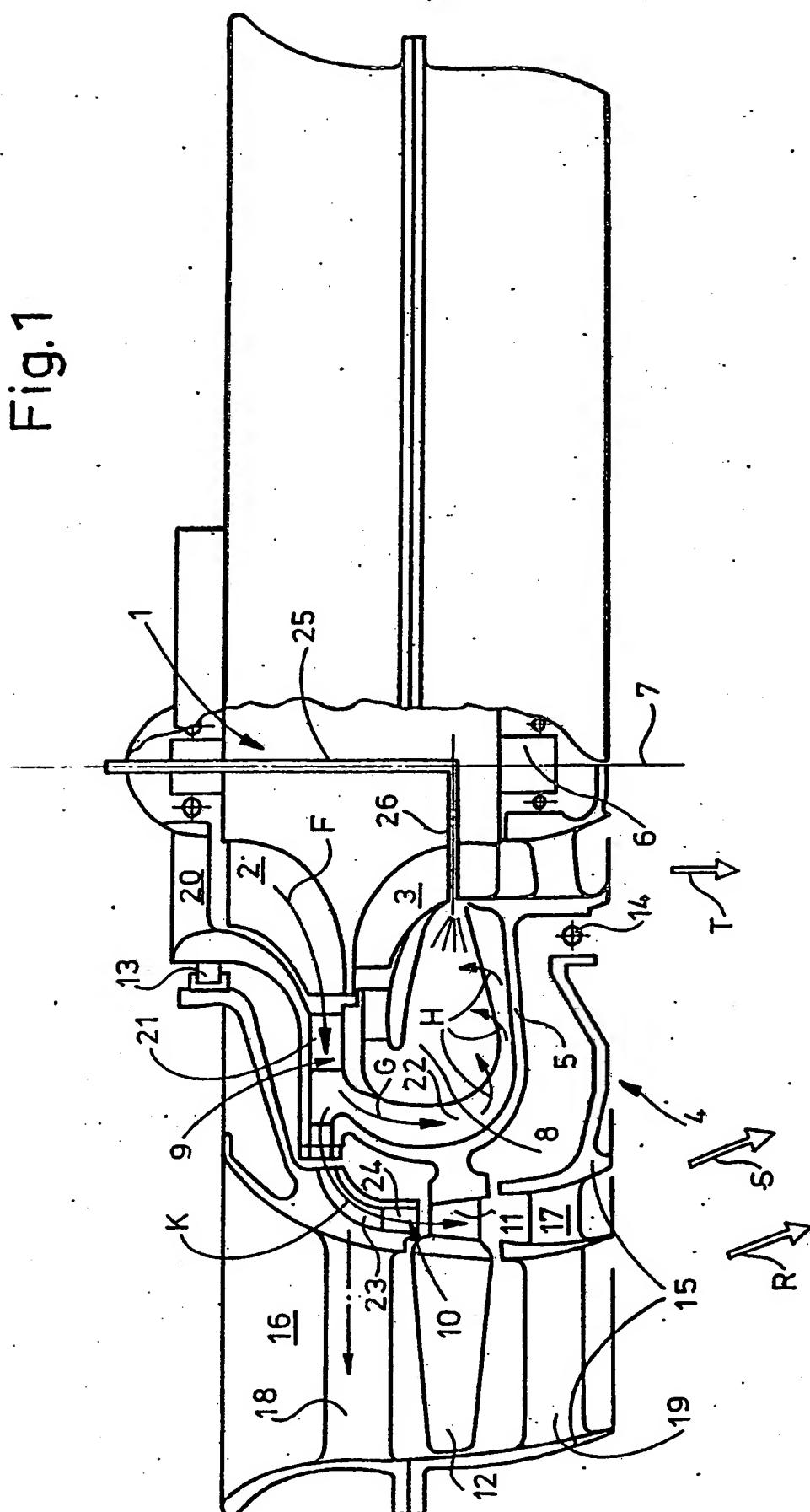
T-422
3.12.1973

BEST AVAILABLE COPY

509825/0075

2361310

Fig. 1



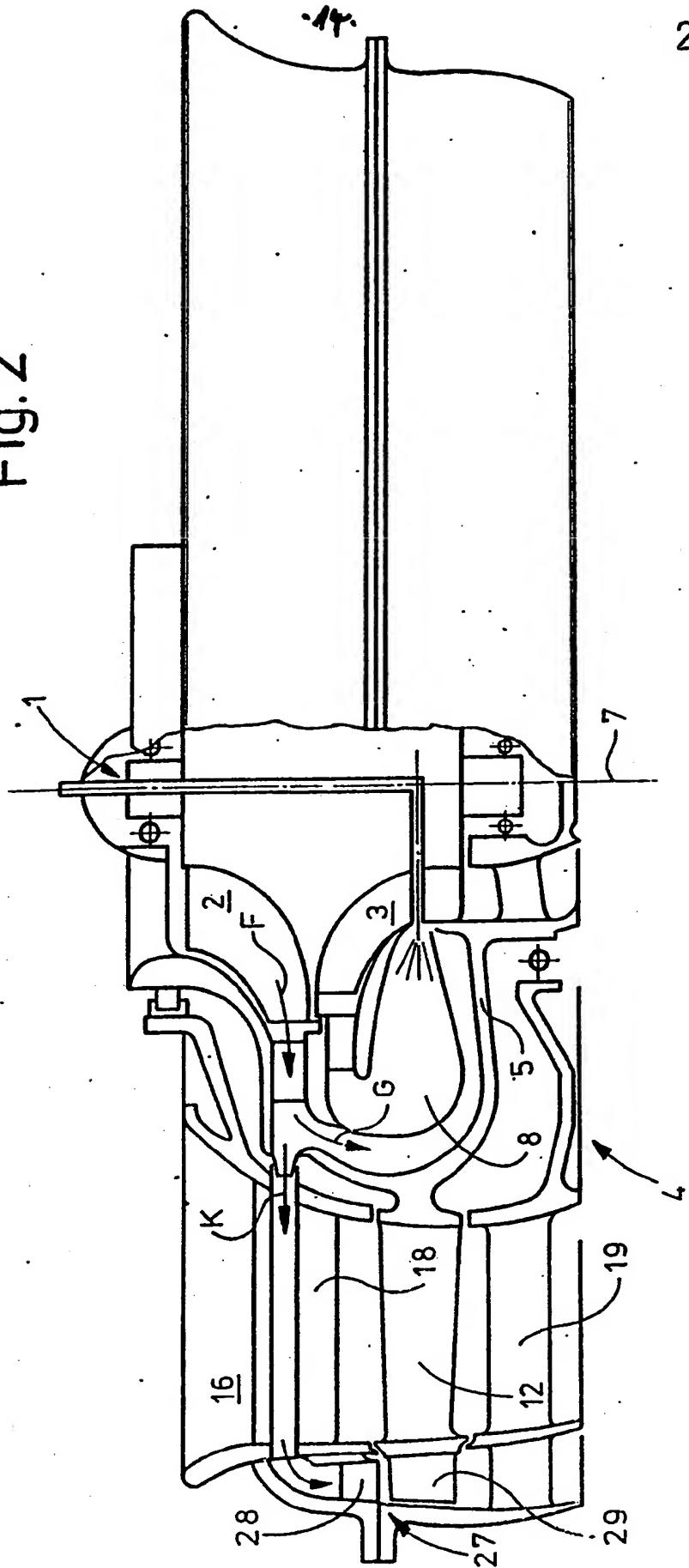
509825/0075

BEST AVAILABLE COPY

2361310

BEST AVAILABLE COPY
THIS PAGE IS BLANK COPY

Fig. 2



509825/0075